

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 101 35 936 A 1**

(51) Int. Cl. 7:

**G 01 P 3/44**

G 01 B 21/22

G 01 P 15/08

B 60 R 16/02

G 08 C 17/02

G 08 C 19/00

B 60 C 23/04

(21) Aktenzeichen: 101 35 936.5

(22) Anmeldetag: 24. 7. 2001

(43) Offenlegungstag: 13. 2. 2003

(71) Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

Fischer, Martin, Dr., 93047 Regensburg, DE;  
Fuessel, Dominik, Dr., 93059 Regensburg, DE;  
Prenninger, Martin, Dr., 93051 Regensburg, DE

(56) Entgegenhaltungen:

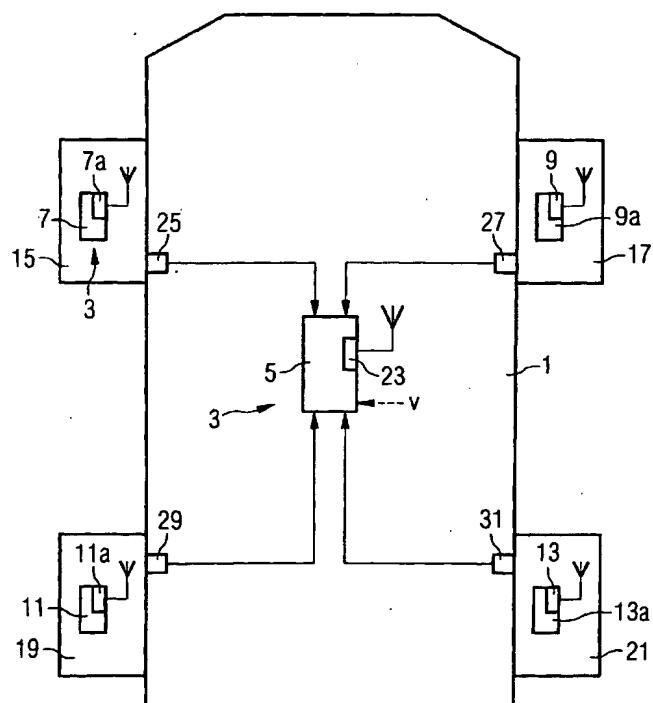
DE 199 21 413 C1  
EP 09 31 679 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Einrichtung für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung (3) für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder (15, 17, 19, 21), bei dem an jedem Rad eine Detektoreinheit (7, 9, 11, 13) mit einer Sendeeinheit (7a, 9a, 11a, 13a) vorgesehen ist, die jeweils ein phasen- oder frequenzmoduliertes Signal zu einer zentralen Auswerte- und Steuereinheit (5) überträgt. Jede Detektoreinheit (7, 9, 11, 13) sendet in bestimmten zeitlichen Abständen ein kurzes Signal, welches eine eindeutige Kennung beinhaltet. Nach einem Radwechsel kann in einem Zuordnungsmodus der Detektoreinheit (7, 9, 11, 13) und der zentralen Auswerte- und Steuereinheit (5) eine erneute Zuordnung der Detektoreinheit (7, 9, 11, 13) zu den betreffenden Radpositionen dadurch erfolgen, dass für jede Detektoreinheit ein Verlauf der mittleren Empfangsleistung abhängig von der Winkelposition des jeweiligen Rades umfasst und dieser Signaturverlauf mit gespeicherten Signaturinformationen verglichen wird. Der Vergleich kann durch Kreuzkorrelation der beiden jeweils maßgeblichen Kurven oder durch den Vergleich einzelner Werte oder bestimmter Kenngrößen der Verläufe erfolgen.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Einrichtung für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

[0002] Das Überwachen von Parametern eines Fahrzeugrades, bspw. des Reifendrucks oder der Reifentemperatur, spielt für die Sicherheit des Fahrzeugs bzw. des Fahrzeugführers eine entscheidende Rolle. Um das manuelle Überprüfen derartiger Parameter entbehrlich zu machen, wurden Einrichtungen entwickelt, mit welchen es möglich ist, wichtige Parameter von Fahrzeugräder selbsttätig zu erfassen und bspw. mittels entsprechender Anzeigeeinrichtungen im Armaturenbrett anzuzeigen. Da in der Regel gewünscht ist, nicht nur die Parameter anzuzeigen, sondern auch eine eindeutige Zuordnung zwischen den angezeigten Parametern und der Position des betreffenden Rades anzugeben, ist es erforderlich, eine derartige Einrichtung so zu gestalten, dass diese Zuordnung auch nach dem Wechsel eines Rades erhalten bleibt bzw. neu initialisierbar ist.

[0003] Hierzu ist es bekannt, jede Detektoreinrichtung, die jeweils an einem Rad angeordnet ist, einer Empfangseinheit zuzuordnen, die in der Nähe der betreffenden Radposition vorgesehen ist. Auf diese Weise ist es möglich, an Hand der Intensität der von einer Empfangseinheit empfangenen Signale das Signal der jeweils benachbarten Detektoreinrichtung festzustellen, indem das Signal mit der größten Intensität ausgewählt wird. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Detektoreinrichtungen der Räder eines Fahrzeugs mit im Wesentlichen der selben Sendeleistung senden, so dass das Signal des jeweils unmittelbar benachbarten Rades bzw. der benachbarten Detektoreinrichtung am Empfangsort die größte Signalintensität aufweist.

[0004] Nachteilig bei einer derartigen Einrichtung ist jedoch, dass für jedes Rad eine Empfangseinrichtung erforderlich ist, deren empfangenes Signal dann leitungsgebunden zu einer zentralen Auswerte- und Steuereinheit oder direkt zu einer Anzeigeeinheit geführt werden muss.

[0005] Aus der EP-A-0 806 306 ist ein Luftdruck-Kontrollsystem bekannt, bei dem die Zuordnung der Radpositionen zu den Luftdruck-Kontrollvorrichtungen, die an den Rädern angeordnet sind, dadurch ermöglicht wird, dass mit den Luftdruck-Kontrollvorrichtungen und mit jeweils einer weiteren, den Rädern zugeordneten Messvorrichtung, ein weiterer Parameter für jedes Rad erfasst wird. Hierbei kann es sich bspw. um die Raddrehzahl handeln. Die Luftdruck-Kontrollvorrichtungen übermitteln somit nicht nur Messwerte für den Luftdruck sondern auch Messwerte für den weiteren Parameter an eine Zentraleinheit. Da für den selben weiteren Parameter auch Messwerte von den weiteren Messvorrichtungen an die Zentraleinheit übermittelt werden, kann die Zentraleinheit durch einen Vergleich der Messwerte für den weiteren Parameter eine Zuordnung einer Luftdruck-Kontrollvorrichtung zu einer Radposition vornehmen, wenn der von der betreffenden Luftdruck-Kontrollvorrichtung für den weiteren Parameter gelieferte Messwert genügend genau mit dem betreffenden Messwert des Parameters einer weiteren Messvorrichtung übereinstimmt. Denn die weiteren Messvorrichtungen sind ortsfest am Fahrzeug (nicht am Rad) angeordnet und bleiben damit dauernd einer bestimmten Radposition zugeordnet.

[0006] Nachteilig bei dieser Einrichtung ist der zusätzliche Aufwand für die beiden Sensoren zur Erfassung des weiteren Parameters. Selbst falls der weitere Parameter mit demjenigen Sensor erfassbar ist, der ohnehin am Rad zur Erfassung des Luftdrucks vorgesehen ist, ist pro Rad ein weiterer, ortsfest am Fahrzeug vorgesehener Sensor zur Erfas-

sung des weiteren Parameters nötig.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine Einrichtung für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder zu schaffen, bei welcher die Zuordnung der an den Rädern angeordneten Detektoreinheiten zu den Radpositionen auf einfache Weise und mit der erforderlichen Sicherheit möglich ist, wobei gleichzeitig ein möglichst geringer Hardwareaufwand angestrebt wird.

5 [0008] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0009] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass bei einer Datenübertragung mittels eines vorzugsweise phasen- oder frequenzmodulierten Signals die am Empfangsort einer zentralen Auswerte- und Steuereinheit auftretende Signalleistung von den Eigenschaften des Übertragungswegs zwischen der an einem Rad angeordneten Detektoreinheit und der Auswerte- und Steuereinheit beeinflusst wird. Die Eigenschaften des Übertragungsweges werden dabei zum einem von der Winkelstellung des Rades und damit der Position der Detektoreinheit und zum anderen durch die das von der betreffenden Winkelstellung aus gesendete Signal beeinflussenden Teile bzw. Bereiche des Fahrzeugs bestimmt. Es hat sich in der Praxis herausgestellt, dass die

10 Übertragungswege bei einer Rotation der Räder an den verschiedenen Radpositionen jeweils unterschiedlich und gleichzeitig charakteristisch für die Radpositionen sind.

[0010] Erfindungsgemäß wird daher die mittlere Signalleistung des Empfangssignals von der Auswerte- und Steuereinheit ausgewertet, um die Zuordnung einer Detektoreinheit zu einer Radposition zu ermöglichen. Hierzu vergleicht die Auswerte- und Steuereinheit in einem Zuordnungsmodus bei verschiedenen Winkelstellungen des jeweiligen Rads erfassten Werte des Signatursignals oder eine hieraus ermittelte Information mit einer für jede Radposition charakteristischen gespeicherten Signaturinformation.

[0011] Die erfindungsgemäße Einrichtung ermöglicht daher die erforderliche Zuordnung der Detektoreinrichtungen zu den Radpositionen ausschließlich durch eine spezielle 15 Auswertung eines ohnehin vorhandenen phasen- oder frequenzmodulierten Signals.

[0012] Dabei sei darauf hingewiesen, dass bei der Ermittlung der mittleren Signalleistung eine Filterung der Trägerfrequenz des modulierten Signals derart erfolgt, dass der ermittelte Mittelwert noch der (relativ langsamen) Änderung infolge der Radumdrehung folgen kann.

[0013] Unter Signaturinformation wird jede Information, auch jede spezielle Darstellungsweise der erfassten Werte des Signatursignals verstanden.

[0014] In einer Ausführungsform der Erfindung kann die zeitliche Dauer des von einer Sendeeinheit einer gesendeten Signale klein sein gegen die für eine volle Radumdrehung bei einer maximal zulässigen oder maximal möglichen Geschwindigkeit benötigte Zeit. Die Auswerte- und Steuereinheit kann den hierdurch erzeugten diskreten Signatursignalwerten eine Winkelinformation zuordnen. Die diskreten Werte des Signatursignals bei unterschiedlichen Winkelstellungen des jeweiligen Rads werden somit durch die jeweils zeitlich kurzer Sendesignale erzeugt.

[0015] Das Zuordnen der Winkelinformation kann dadurch erfolgen, dass der Auswerte- und Steuereinheit das Signal eines die Rotation des betreffenden Rads erfassenden Winkelsensors zugeführt ist.

[0016] Anstelle eines Winkelsensors pro Rad kann auch lediglich ein einziger Winkelsensor vorgesehen sein, der die Rotation eines Rads erfasst, wobei dessen Signal als Winkel signal für alle Räder dient. Diese Vereinfachung wird in den meisten Fällen zulässig sein, da die Winkelstellungen

der einzelnen Räder (abgesehen von Abweichungen durch Schlupf bzw. geringfügig unterschiedlichen Drehzahlen in Kurven) weitgehend identisch sind.

[0017] Bei diesen Ausführungsform kann die Auswerte- und Steuereinheit ggf. auch Informationen über die absolute Winkelposition des betreffenden Rades erhalten. Dies ist für die meisten, nachstehend erläuterten Ausführungsformen der Erfindung jedoch nicht zwingend erforderlich. Es ist lediglich nötig, dass die Auswerte- und Steuereinheit den Winkelabstand zwischen zwei Empfangssignalen kennt. Eine Ausbildung der Winkelsensoren als Inkrementalgeber genügt in diesem Fall.

[0018] Die Auswerte- und Steuereinheit kann die Winkelinformation auch aus dem zeitlichen Abstand der Signatursignale untereinander oder relativ zu einem festen Zeitpunkt und aus der Fahrzeuggeschwindigkeit oder einem hierzu proportionalen Parameter gewinnen. Bspw. könnten die Detektoreinrichtungen im Zuordnungsmodus Signale in äquidistanten zeitlichen Abständen senden und es könnte der Auswerte- und Steuereinheit ein Signal zugeführt sein, welches ein Maß für die Geschwindigkeit des Fahrzeugs oder die Drehzahl der Räder darstellt. Aus der Fahrzeuggeschwindigkeit bspw. der Raddrehzahl kann dann mit Hilfe des zeitlichen Abstands zwischen zwei Signalen der Winkelabstand ermittelt werden.

[0019] In einer anderen Ausführungsform kann jede Sendereinheit einer Detektoreinheit das modulierte Signal über einen bestimmten größeren Winkelbereich einer oder mehrerer Radumdrehungen oder eine bestimmte längere Zeitdauer senden. Die Auswerte- und Steuereinheit kann das hierdurch erzeugte kontinuierliche Signatursignal kontinuierlich erfassen oder bei unterschiedlichen Winkelstellungen des jeweiligen Rads abtasten und den erfassten Signatursignalwerten wiederum die zugehörige Winkelinformation des betreffenden Rads zuordnen. Das Abtasten kann zeitabhängig oder abhängig von einem Winkel signal eines Winkelsensors (vgl. oben) erfolgen. Das Zuordnen der Winkelinformation kann in der vorstehend erläuterten Weise vorgenommen werden.

[0020] Bei der Zuordnung der Winkelinformation ist es grundsätzlich nicht erforderlich, dass einem Wert des Signatursignals explizit ein Winkelwert zugeordnet wird. Vielmehr kann dies auch dadurch erfolgen, dass beispielsweise ein Winkelwert oder ein Bereich für Winkelwerte durch einen bestimmten Speicherplatz oder Speicheradresse repräsentiert wird.

[0021] In einer Ausführungsform der Erfindung ist die gespeicherte Signaturinformation ein charakteristischer Verlauf, der aus in einem Referenzmodus in vorbestimmter Art und Weise gewonnenen Werten des Signatursignals bei mehreren Winkelstellungen gebildet ist, wobei eine erste Teileinheit in Abhängigkeit von einer zweiten Teileinheit gesetzt ist. Anstelle eines solchen Verlaufs kann die gespeicherte Signaturinformation auch lediglich in einem oder mehreren charakteristische Kenngrößen eines solchen Verlaufs bestehen.

[0022] Die Auswerte- und Steuereinheit kann den diskreten Verlauf selbstverständlich auch durch eine einzige oder abschnittsweise durch mehrere analytische Funktionen ersetzen.

[0023] Beispielsweise kann die gespeicherte Signaturinformation ein charakteristischer (diskreter oder kontinuierlicher) Verlauf des Signatursignals als Funktion der Winkelstellung oder einer damit gekoppelten Größe sein, wobei der Winkelbereich vorzugsweise eine Radumdrehung betragen kann.

[0024] Die gespeicherte Signaturinformation kann auch als histogrammatische Information vorliegen, wobei der Wer-

tbereich für das Signatursignal in vorzugsweise gleich breite Abschnitte eingeteilt ist und jeweils die in einen solchen Abschnitt fallenden erfassten Signatursignale gespeichert ist, einem vorgegebenen Winkelabstand der erfassten

5 Signatursignalwerte gespeichert ist. Die Auswerte- und Steuereinheit muss dann über die Information verfügen, wie die Erfassung der gespeicherten Werte bezüglich deren Winkelabstand erfolgt ist, und die Erfassung der Signatursignalwerte in der selben Weise vornehmen, um eine Vergleichbarkeit der erfassten Information und der gespeicherten Information zu ermöglichen.

[0025] Die Auswerte- und Steuereinheit kann auch eine oder mehrere Kenngrößen eines aus mehreren, bei bestimmten Winkelstellungen des betreffenden Rads erfassten Signatursignalwerten gebildeten Verlaufs ermitteln und mit entsprechenden gespeicherten Kenngrößen oder mit aus entsprechenden gespeicherten Verläufen ermittelten Kenngrößen vergleichen. Bei solchen Kenngrößen kann es sich um den Mittelwert, die Standardabweichung oder die maximale 10 Differenz der erfassten Signatursignalwerte bzw. des gespeicherten Verlaufs der Signaturinformationen handeln.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann die Auswerte- und Steuereinheit eine Kreuzkorrelation des ermittelten Verlaufs des Signatursignals mit den gespeicherten Signaturverläufen durchführen und diejenigen Radpositionen ausschließen, die denjenigen Signaturverläufen zugeordnet sind, bei denen der Korrelationskoeffizient kleiner ist als eine vorgegebene Schranke oder diejenigen Radpositionen zuordnen, die denjenigen Signaturverläufen zugeordnet sind, bei denen der Korrelationskoeffizient größer ist als eine vorgegebene Schranke.

[0027] In einer Ausführungsform der Erfindung vergleicht die Auswerte- und Steuereinheit ein Wertepaar aus einem Signatursignal und der dazugehörigen Winkelstellung mit allen gespeicherten Signaturverläufen und schließt bei der Zuordnung diejenigen Radpositionen aus, die denjenigen Signaturverläufen zugeordnet sind, bei denen der Vergleich des Signatursignals mit dem Wert des Signaturverlaufs bei der betreffenden Winkelstellung eine Abweichung ergibt, 15 die größer ist als eine vorgegebene Schranke. Selbstverständlich kann die Auswerte- und Steuereinheit abhängig von dem Vergleich auch eine Zuordnung derjenigen Radpositionen vornehmen, bei denen der Vergleich des Signatursignals mit dem Wert des Signaturverlaufs bei der betreffenden Winkelstellung eine Abweichung ergibt, die kleiner ist als eine vorgegebene Schranke.

[0028] Die Auswerte- und Steuereinheit vergleicht vorzugsweise so viele Wertepaare von ein und derselben oder von unterschiedlichen Detektoreinrichtungen mit gespeicherten Signaturverläufen, bis für sämtliche Detektoreinrichtungen eine eindeutige Zuordnung zu einer Radposition erreicht ist.

[0029] Hierzu ist es jedoch erforderlich, dass die Auswerte- und Steuereinheit die absoluten Winkelstellungen der Räder erfasst bzw. kennt. Zudem müssten die Räder immer in der selben Winkelstellung auf der Nabe montiert werden, oder die Auswerte- und Steuereinheit kennt die möglichen Winkeldifferenzen zwischen den möglichen Montagepositionen (in der Regel abhängig von der Anzahl der über den 20 Umfang äquidistant verteilten Befestigungsschrauben) und versucht durch die Addition der möglichen Differenzwinkel sämtliche möglichen Positionen durchzutesten.

[0030] In der bevorzugten Ausführungsform schalten die Detektoreinrichtungen in den Zuordnungsmodus um, wenn 25 für eine Zeitspanne größer als ein vorgegebener Wert keine Radumdrehung detektiert wird. Der vorgegebene Wert für die Zeitspanne kann bspw. in etwa gleich der Zeit gewählt werden, die für einen Radwechsel erforderlich ist. Das De-

tektieren, ob eine Raddrehung erfolgt, kann bspw. mittels eines von der Detektoreinheit umfassten Beschleunigungssensors erfolgen. Im Zuordnungsmodus senden die Detektoreinheiten Signale mehrfach und bei unterschiedlichen Winkelstellungen.

[0031] Schließlich kann in einer Ausführungsform der Erfindung die Auswerte- und Steuereinheit für das Ermitteln der gespeicherten Signaturverläufe oder gespeicherten Kenngrößen in einen Referenzmodus steuerbar sein. In diesem Modus nimmt die Auswerte- und Steuereinheit die Signaturverläufe durch das Auswerten und Speichern der von den Detektoreinheiten gesendeten Signale auf. Der Steuereinheit wird dabei manuell oder durch externe Signale mitgeteilt, welches Signatursignal welcher Radposition zugeordnet ist. Dies kann bspw. dadurch erfolgen, dass der Steuereinheit die Kennung jeder der Detektoreinheiten mitgeteilt wird sowie die Radposition, an der sich die betreffende Detektoreinheit befindet. Weitere Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0032] Die Erfindung wird nachfolgend an Hand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigen

[0033] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit einer Einrichtung für das Überwachen wenigstens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder;

[0034] Fig. 2 Diagramme mit beispielhaften Verläufen von gespeicherten Signaturverläufen und

[0035] Fig. 3 verschiedene Diagramme mit Verläufen eines gespeicherten Signaturverlaufs und mehreren Verläufen des erfassten Signatursignals.

[0036] Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Fahrzeug 1 weist eine Einrichtung 3 zur Überwachung mindestens eines Parameters für mehrere Räder des Fahrzeugs 1 auf, welche eine zentrale Auswerte- und Steuereinheit 5 und vier Detektoreinheiten 7, 9, 11, 13 umfasst. Jede der Detektoreinheiten 7, 9, 11, 13 ist einem der Räder 15, 17, 19, 21 des Fahrzeugs 1 zugeordnet bzw. an diesem und mit diesem rotierbar angeordnet.

[0037] Jede der Detektoreinrichtungen 7, 9, 11, 13 umfasst eine Sendeeinheit 7a, 9a, 11a, 13a. Jede der Sendeeinheiten 7a, 9a, 11a, 13a sendet zu vorbestimmten Zeiten eine kurzes Frequenz- oder phasenmoduliertes Signal, welches als Information eine für jede Detektoreinrichtung 7, 9, 11, 13 spezifische Kennung und ggf. einen Wert für den zu überwachenden Parameter des Rades umfasst. Letzteres ist jedoch im Zuordnungsmodus nicht erforderlich. Die spezifische Kennung und der Wert des Parameters sind vorzugsweise in Form digitaler Informationen bzw. in Form eines digitalen Signals realisiert, welches als Modulationssignal für das Trägersignal des Sendesignals verwendet wird.

[0038] Die von den Detektoreinheiten 7, 9, 11, 13 bzw. deren Sendeeinheiten 7a, 9a, 11a, 13a gesendeten Signale werden von der Auswerte- und Steuereinheit 5 mittels einer von dieser umfassten Empfangseinheit 23 empfangen. Die Empfangseinheit 23 demoduliert das Empfangssignal und ermöglicht der Auswerte- und Steuereinheit 5 somit die Auswertung der vorzugsweise digitalen Informationssignale, also der spezifischen Kennung und des Wertes für den zu überwachenden Parameter. Letzteres ist jedoch lediglich im normalen Überwachungsmodus zwingend erforderlich.

[0039] Die Auswerte- und Steuereinheit 5 führt eine Kollisionsüberwachung durch, welche für den Fall, dass mehrere Detektoreinheiten 7, 9, 11, 13 gleichzeitig senden, eine Auswertung unterbindet.

[0040] Um den Aufwand für eine bidirektionale Signalübertragung zwischen den Detektoreinheiten und der Auswerte- und Steuereinheit zu vermeiden, können die Detektoreinheiten so ausgebildet sein, dass sie ihre Signale in zufäl-

ligen zeitlichen Abständen senden, wobei selbstverständlich für den zeitlichen Abstand ein bestimmter Wertebereich vorgesehen sein kann. Auf diese Weise wird vermieden, dass zwei Detektoreinheiten über einen längeren Zeitraum

5 immer zu den selben Zeiten gleichzeitig senden.

[0041] Im normalen Betriebsfall kann die Auswerte- und Steuereinheit 5 alleine aus der spezifischen Kennung eines Empfangssignals eine Zuordnung des Wertes für den überwachenden Parameter zur Radposition treffen, da in einem 10 zuvor durchgeführten Zuordnungsmodus die Zuordnung jeder spezifischen Kennung zu einer Radposition getroffen und gespeichert wurde.

[0042] Der Zuordnungsmodus kann bspw. dadurch aktiviert werden, dass jede der Detektoreinheiten 7, 9, 11, 13 ei-

15 nen Sensor (nicht dargestellt) umfasst, der auf Beschleunigungen reagiert, wobei die Detektoreinheiten in den Zuordnungsmodus schalten, wenn für eine bestimmte Zeitspanne keine Beschleunigung und damit keine Raddrehung detektiert wird. Im Zuordnungsmodus werden die Signale in kürzeren Abständen ausgesandt, als dies im Normalbetrieb erforderlich ist. Hierdurch wird eine schnellere Durchführung des Zuordnungsprozesses ermöglicht. Die Signale müssen im Zuordnungsmodus nicht zwingend auch Informationen über einen Wert des zu überwachenden Parameters beinhalten. 20 Vielmehr genügt in diesem Fall, wenn das Signal die spezifische Kennung der betreffenden Detektoreinheit 7, 9, 11, 13 beinhaltet.

[0043] An dieser Stelle sei erwähnt, dass die zeitliche Dauer eines Signals sowohl im Normalbetrieb als auch im 25 Zuordnungsmodus klein gegenüber der zeitlichen Dauer ist, die ein Rad bei einer maximal zulässigen Geschwindigkeit für eine volle Umdrehung benötigt. Typischerweise beträgt die zeitliche Dauer eines Signals ca. 1 Millisekunde bis 100 Millisekunden, bspw. 10 Millisekunden. Diese kurze Signaldauer ermöglicht es, über die mittlere Signalleistung am Empfangsort der Auswerte- und Steuereinheit 5 die zugehörige Winkelstellung des betreffenden Rades zu charakterisieren, ohne dass durch die Rotation des Rades ein unerwünschter integrierender Effekt erzeugt wird.

[0044] Im Zuordnungsmodus erfasst die Auswerte- und Steuereinheit 5 die mittlere Signalleistung am Empfangsort, wobei hierzu die Empfangseinheit 23 ein Signatursignal erzeugt, das ein Maß für die mittlere Signalleistung des empfangenen phasen- oder frequenzmodulierten Signals darstellt. Des Weiteren ermittelt die Auswerte- und Steuereinheit 5 zumindest die relative Winkelstellung der Fahrzeugräder.

[0045] Eine relative Winkelstellung kann bspw. dadurch ermittelt werden, dass der Auswerte- und Steuereinheit 5 ein 50 Signal (v) zugeführt ist, welches ein Maß für die Geschwindigkeit des Fahrzeugs bzw. der Drehzahl der Räder darstellt. Ein derartiges Signal kann bspw. vom Tachometer des Fahrzeugs erzeugt werden. So kann selbst bei variierender Geschwindigkeit des Fahrzeugs eine relative Winkelstellung, bezogen auf einen willkürlich gewählten Nullpunkt, bestimmt werden.

[0046] Sendet eine Detektoreinheit ein zweites Signal in einem bestimmten zeitlichen Abstand zu einem vorhergehenden Signal so kann die Auswerte- und Steuereinheit 5 55 aus der von ihr ebenfalls erfassten zeitlichen Differenz zwischen den beiden Signalen und dem Geschwindigkeitssignal (v) einen ausreichend genauen absoluten Winkelabstand zwischen den beiden Signalen ermitteln.

[0047] Im Zuordnungsmodus vergleicht die Auswerte- und Steuereinheit 5 die Information, die in einem oder mehreren Wertepaaren, bestehend aus dem Wert des empfangenen Signatursignals (Wert der mittleren Empfangsleistung) und der Winkelposition, enthalten ist mit der Information,

die in für jede Radposition gespeicherten Signaturverläufen oder entsprechenden Kenngrößen enthalten ist.

[0048] Fig. 2 zeigt ein Beispiel für vier Signaturverläufe, welche in der Auswerte- und Steuereinheit 5 gespeichert sein können. Der Verlauf gemäß Fig. 2a ist dabei der Position des linken Vorderrades 15, der Verlauf gemäß Fig. 2b der Position des rechten Vorderrades 17, der Verlauf nach Fig. 2c der Position des linken Hinterrades 19 und der Verlauf gemäß Fig. 2d der Position des rechten Hinterrades 21 zugeordnet. Die Signaturverläufe sind dabei für eine volle Radumdrehung gespeichert.

[0049] Im einfachsten Fall kann die Auswerte- und Steuereinheit 5 zur Zuordnung der Detektoreinheiten 7, 9, 11, 13 ein Wertepaar einer mittleren Empfangsleistung und der zugehörigen Winkelstellung erfassen und prüfen, welcher der gespeicherten Signaturverläufe bei dem betreffenden Winkelwert einen Signaturwert aufweist, der dem erfassten Mittelwert am nächsten kommt. Diese Vorgehensweise erfordert jedoch die Kenntnis eines absoluten Wertes. Dieser kann bspw. für jedes Rad 15, 17, 19, 21 von einem Sensor 25, 27, 29, 31 eines ohnehin vorhandenen (nicht näher dargestellten) Antiblockiersystems erfasst und der Auswerte- und Steuereinheit 5 zugeführt werden. Dabei genügt es, wenn der Auswerte- und Steuereinheit das Signal lediglich eines der Sensoren zugeführt wird, da, wie bereits erwähnt, die Winkelpositionen der Räder weitgehend identisch sind. Werden der Auswerte- und Steuereinheit 5 für jedes Rad ein Winkelsignal zugeführt, so kann aus dem jeweils gespeicherten Signaturverlauf der exakte, zur betreffenden Winkelposition des jeweiligen Rades gehörige Wert entnommen und mit dem jeweils erfassten Wert des Signatursignals verglichen werden. Hierdurch ergibt sich eine verbesserte Genauigkeit des Zuordnungsverfahrens.

[0050] Die vorbeschriebene Möglichkeit des Durchführens von Vergleichen mittels einzelner Wertepaare ist jedoch naturgemäß mit einer größeren Unsicherheit behaftet.

[0051] Vorteilhafter ist es, die in Fig. 3 dargestellten Möglichkeiten für das Zuordnen der Detektoreinheiten 7, 9, 11, 13 zu den betreffenden Radpositionen zu verwenden.

[0052] Fig. 3a zeigt den gespeicherten Signaturverlauf  $S(\alpha)$  gemäß Fig. 2a sowie zwei mögliche Verläufe erfasster Signatursignale, die jeweils durch eine Mehrzahl von Wertepaaren  $P_m(\alpha_i)$  gebildet werden. Die erfassten Verläufe stammen dabei ersichtlich von der Detektoreinheit an derjenigen Radposition, welcher auch der gespeicherte Verlauf  $S(\alpha)$  zugeordnet ist. Die Winkelverschiebung kann sich bspw. dadurch ergeben, dass ein Rad bezüglich der Position der Detektoreinheit in einer anderen Winkelstellung montiert war als dies der Fall war, als der gespeicherte Verlauf ermittelt wurde.

[0053] Entsprechende Winkelverschiebungen zwischen dem gespeicherten Signaturverlauf und dem erfassten Verlauf des Signatursignals kann sich immer dann ergeben, wenn lediglich die relative Winkelposition erfasst wird.

[0054] Wird der Vergleich der gespeicherten mit einer erfassten Kurve durch Kreuzkorrelation der beiden Kurven durchgeführt, so ist eine derartige Winkelverschiebung für die Ermittlung des (maximalen) Korrelationskoeffizienten unerheblich. Die Auswerte- und Steuereinheit kann den Korrelationskoeffizienten bestimmen und eine Zuordnung der erfassten Kurve zur Radposition desjenigen gespeicherten Signaturverlaufs dann vornehmen, wenn der Wert des Korrelationskoeffizienten eine bestimmte Schranke übersteigt bzw. eine Zuordnung ablehnen, wenn dieser Wert eine bestimmte Schranke unterschreitet.

[0055] Zwar erfordert das Errechnen des Korrelationskoeffizienten einen bestimmten mathematischen Aufwand, jedoch stellt diese Möglichkeit eine sehr fehlertolerante und

sichere Möglichkeit für das Zuordnen der Detektoreinheiten zu den Radpositionen dar. Um die Zuordnung tatsächlich vorzunehmen kann die Auswerte- und Steuereinheit 5 die Kennung der betreffenden Detektoreinheit mit der betreffenden Radposition verknüpfen und diese Information speichern.

[0056] Fig. 3b zeigt wiederum ein Diagramm, in dem der winkelabhängige Signaturverlauf gemäß Fig. 2a mit einer ausgezogenen Linie dargestellt ist. Die gepunktet dargestellten Verläufe sind Verläufe von Messwerten, die die Auswerte- und Steuereinheit 5 aus dem tatsächlichen Signal der Detektoreinheit 7 ermittelt haben könnte. In Fig. 3d wurde davon ausgegangen, dass das Rad 15 mit der Detektoreinheit 7 jeweils in der selben absoluten Winkelstellung montiert war, wie dies auch beim Erfassen des gespeicherten Signaturverlaufs (S) der Fall war.

[0057] Die vertikale Verschiebung der tatsächlich erfassten Verläufe ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass die Detektoreinheit 7 bzw. deren Sendeeinheit 7a jeweils mit unterschiedlicher Sendeleistung gesendet hat. Da der gespeicherte Signaturverlauf und die tatsächlich aus dem Signatursignal erfassten Verläufe hinsichtlich ihrer Form vornehmlich von Eigenschaften des Fahrzeugs abhängen, ist es möglich, den Signaturverlauf für einen bestimmten Fahrzeugtyp nur einmalig zu bestimmen. Dies gilt zumindest dann, wenn die Sendeleistung der Detektoreinrichtungen 7, 9, 11, 13 innerhalb relativ enger Grenzen liegen. In diesem Fall ist es nicht erforderlich, nach dem Austausch eines Rades und damit einem Austausch der Detektoreinrichtung den gespeicherten Signaturverlauf neu zu bestimmen.

[0058] Bei den in Fig. 3 dargestellten Verläufen könnte eine Zuordnung der Detektoreinrichtungen zu den Radpositionen so erfolgen, dass an mehreren Punkten d. h. für mehrere unterschiedliche Winkel  $\alpha$ , die Summe der Abstandsquadrate zwischen dem gespeicherten Signaturverlauf und den tatsächlich erfassten Verläufen bestimmt wird. Ist dieser Wert kleiner als eine vorbestimmte Schranke, so kann eine entsprechende Zuordnung erfolgen. Andernfalls erfolgt ein Ausschluss der betreffenden Radposition.

[0059] Die Zuordnung kann selbstverständlich auch so erfolgen, dass ein erfasster Verlauf in der vorbeschriebenen Weise mit jedem gespeicherten Signaturverlauf verglichen wird und eine Zuordnung zu derjenigen Radposition vorgenommen wird, die demjenigen gespeicherten Signaturverlauf zugeordnet ist, bei dem der Vergleich den geringsten Wert für die Summe der Abstandsquadrate ergeben hat.

[0060] Bei der vorbeschriebenen Vorgehensweise lässt sich der Einfluss unterschiedlich stark sendernder Detektoreinheiten dadurch wesentlich reduzieren, dass eine Normierung der Kurven vorgenommen wird. Bspw. können sowohl der gespeicherte Signaturverlauf als auch die erfassten Verläufe so normiert werden, dass der maximale Wert jeweils auf den Wert 1 gesetzt wird. Die Summe der Abstandsquadrate ist dann praktisch ausschließlich ein Maß für Abweichungen der Form der Verläufe.

[0061] Fig. 3c zeigt eine ähnliche Auswertemethode, wobei sowohl im gespeicherten Signaturverlauf, der wiederum dem Verlauf in Fig. 2a entspricht, als auch im jeweils erfassten Verlauf das Maximum und Minimum festgestellt wird.

[0062] Es kann dann jeweils der Abstand der Maximal von dem Abstand von dem Minimal der jeweiligen Kurven bestimmt und mit einander verglichen werden. Vertikale Verschiebungen der erfassten Kurven gegenüber der gespeicherten Kurve sind bei dieser Auswertung praktisch ohne Einfluss.

[0063] Zusätzlich zu diesem Vergleich der Abstände der Maximal und Minimal kann die Sicherheit des Auswerteverfahrens dadurch erhöht werden, dass auch die der Winkelabstand zwischen den Maximal und Minimal innerhalb vorgegebener

ner Grenzen übereinstimmen muss. Eine Zuordnung kann dann vorgenommen werden, wenn die beiden vorgenannten Kriterien genügend genau übereinstimmen bzw. kann ein Ausschluss vorgenommen werden, wenn die geforderte Genauigkeit der Übereinstimmung nicht gegeben ist.

[0062] Fig. 3d zeigt eine weitere Auswertungsmöglichkeit, bei der jeweils die Mittelwerte sowohl des gespeicherten Signaturverlaufs als auch der erfassten Verläufe gebildet und miteinander verglichen werden. Eine Zuordnung wird dann vorgenommen, wenn der Mittelwert des gespeicherten Signaturverlaufs genügend genau mit dem Mittelwert eines erfassten Signaturverlaufs übereinstimmt.

## Patentansprüche

1. Einrichtung für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder
  - a) mit mehreren Detektoreinheiten (7, 9, 11, 13), welche jeweils an einem Rad (15, 17, 19, 21) angeordnet sind, wobei jede Detektoreinheit (7, 9, 11, 13) einen Sensor für das Erfassen des mindestens einen Parameters und eine Sendeeinheit (7a, 9a, 11a, 13a) umfasst, und
  - b) mit einer zentralen Auswerte- und Steuereinheit (5), welche eine Empfangseinheit (23) umfasst und welche die ihr von den Detektoreinheiten (7, 9, 11, 13) zugeführte Information auswertet und hiervon abhängige Signale erzeugt,
  - c) wobei jede Detektoreinheit (7, 9, 11, 13) mittels der Sendeeinheit (7a, 9a, 11a, 13a) die zu übertragende Information in Form eines modulierten Signals über einen drahtlosen Übertragungsweg zur Empfangseinheit (23) der zentralen Auswerte- und Steuereinheit (5) überträgt,
  - d) wobei im normalen Betriebsmodus der Einrichtung jede Detektoreinheit (7, 9, 11, 13) als Information eine Information betreffend den erfassten Parameter und eine für jedes Rad (15, 17, 19, 21) eindeutige Radkennung sendet und wobei die Auswerte- und Steuereinheit (5) aus dem von der Empfangseinheit (23) demodulierten Signal die Kennung und die Information betreffend den erfassten Parameter auswertet und aus der Kennung und einer gespeicherten Zuordnungsinformation jeder Information betreffende den erfassten Parameter eine Radposition zuordnet, **dadurch gekennzeichnet**,
  - e) dass die Empfangseinheit (23) zusätzlich ein Signatursignal erzeugt, das ein Maß für die mittlere Signalleistung des empfangenen modulierten Signals darstellt,
  - f) dass in einem Zuordnungsmodus der Einrichtung jede Detektoreinheit (7, 9, 11, 13) mittels der Sendeeinheit (7a, 9a, 11a, 13a) als Information zumindest die Kennung überträgt,
  - g) dass im Zuordnungsmodus die Auswerte- und Steuereinheit (5) das von jedem Empfangssignal abgeleitete Signatursignal ( $P_m(\alpha)$ ) für eine oder mehrere Winkelstellungen ( $\alpha$ ) des jeweiligen Rades erfasst und
  - h) durch einen Vergleich der erfassten Werte oder einer hieraus ermittelten Information mit einer für jede Radposition charakteristischen gespeicherten Signaturinformation ( $S(\alpha)$ ) die von jeder Detektoreinheit (7, 9, 11, 13) übermittelte Radkennung einer Radposition zuordnet.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das modulierte Signal ein phasen- oder

frequenzmoduliertes Signal ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zeitliche Dauer des von einer Sendeeinheit (7a, 9a, 11a, 13a) einer Detektoreinheit (7, 9, 11, 13) gesendeten Signals klein ist gegen die für eine volle Radumdrehung bei einer maximal zulässigen oder maximal möglichen Geschwindigkeit benötigte Zeit und dass die Auswerte- und Steuereinheit den betreffenden Werten des Signatursignals eine Winkelinformation zuordnet.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerte- und Steuereinheit (5) die Winkelinformation aus dem zeitlichen Abstand von Signatursignalen untereinander oder relativ zu einem festen Zeitpunkt und aus der Fahrzeuggeschwindigkeit oder einem hierzu proportionalen Parameter gewinnt oder aus einer ihr zugeführten Winkelinformation über die Winkelstellung des betreffenden Rads.
5. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jede Sendeeinheit (7a, 9a, 11a, 13a) einer Detektoreinheit (7, 9, 11, 13) über einen bestimmten größeren Winkelbereich einer oder mehrerer Radumdrehungen oder eine bestimmte längere Zeitdauer ein Signal sendet und dass die Auswerte- und Steuereinheit (5) das erzeugte kontinuierliche Signatursignal bei unterschiedlichen Winkelstellungen des jeweiligen Rads abtastet und die zugehörigen Werte erfassst, wobei die Auswerte- und Steuereinheit den erfasssten Werten jeweils die zugehörige Winkelinformation des betreffenden Rads zuordnet.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerte- und Steuereinheit (5) das Signatursignal zeitlich abtastet und aus der ihr zugeführten Information über die Fahrzeuggeschwindigkeit die Winkelinformation gewinnt oder dass der Auswerte- und Steuereinheit (5) das Signals eines die Winkelstellung des Rads erfassenden Sensors zugeführt ist und diese das Signatursignal abhängig von diesem Winkel signal abtastet.
7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die gespeicherte Signaturinformation ein charakteristischer Verlauf ist, der aus in einem Referenzmodus in vorbestimmter Art und Weise gewonnenen Werten des Signatursignals bei mehreren Winkelstellungen gebildet ist, wobei eine erste Teilinformation in Abhängigkeit von einer zweiten Teilinformation gesetzt ist oder dass die gespeicherte Information eine oder mehrere charakteristische Kenngrößen eines solchen Verlaufs sind.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die gespeicherte Signaturinformation ein charakteristischer Verlauf des Signatursignals als Funktion der Winkelstellung oder einer damit gekoppelten Größe ist, wobei der Winkelbereich vorzugsweise eine Radumdrehung beträgt.
9. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die gespeicherte Signaturinformation als histogrammatische Information vorliegt, wobei die Anzahl der in jeweils vorzugsweise konstante Abschnitte des Wertebereichs für das Signatursignal fallenden erfassten Werte des Signatursignals bei einer vorgegebenen Anzahl von erfassten Signatursignalwerten gespeichert ist.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerte- und Steuereinheit (5) eine oder mehrere Kenngrößen eines aus mehreren, bei bestimmten Winkelstellungen des betreffenden Rads erfassten Signatursignalwerten gebil-

deten Verlaufs ermittelt und mit entsprechenden gespeicherten Kenngrößen oder mit aus entsprechenden gespeicherten Verläufen ( $S(\alpha)$ ) ermittelten Kenngrößen vergleicht.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die eine oder mehreren Kenngrößen der Mittelwert, die Standardabweichung oder die maximale Differenz der Werte des aus dem Signatursignal gebildeten Verlaufs und des Verlaufs der Signaturinformationen sind. 5

12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerte- und Steuereinheit (5) eine Kreuzkorrelation des ermittelten Verlaufs aus dem Signatursignal ( $P_m(\alpha)$ ) ermittelten Verlaufs mit den gespeicherten Signaturverläufen ( $S(\alpha)$ ) durchführt und diejenigen Radpositionen ausschließt, die denjenigen Signaturverläufen ( $S(\alpha)$ ) zugeordnet sind, bei denen der Korrelationskoeffizient kleiner ist als eine vorgegebene Schranke oder diejenigen Radpositionen zuordnet, die denjenigen Signaturverläufen ( $S(\alpha)$ ) zugeordnet sind, bei denen der Korrelationskoeffizient größer ist als eine vorgegebene Schranke. 10 15

13. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung selbsttätig in den Zuordnungsmodus umschaltet, wenn für eine Zeitspanne größer als ein vorgegebener Wert, vorzugsweise mittels eines Beschleunigungssensors, keine Radumdrehung detektiert wird. 20 25

14. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerte- und Steuereinheit (5) in einen Referenzmodus steuerbar ist, in dem die Auswerte- und Steuereinheit (5) die Signaturinformation ( $S(\alpha)$ ) durch das Auswerten und Speichern der von den Detektoreinheiten (7, 9, 11, 13) gesendeten Signale gewinnt und in dem der Ausgabe- und Steuereinheit (5) durch extern zugeführte Signale oder Dateneingaben die Zuordnung eines Signaturverlaufs ( $S(\alpha)$ ) zur betreffenden Radposition mitgeteilt wird. 30 35

FIG 1

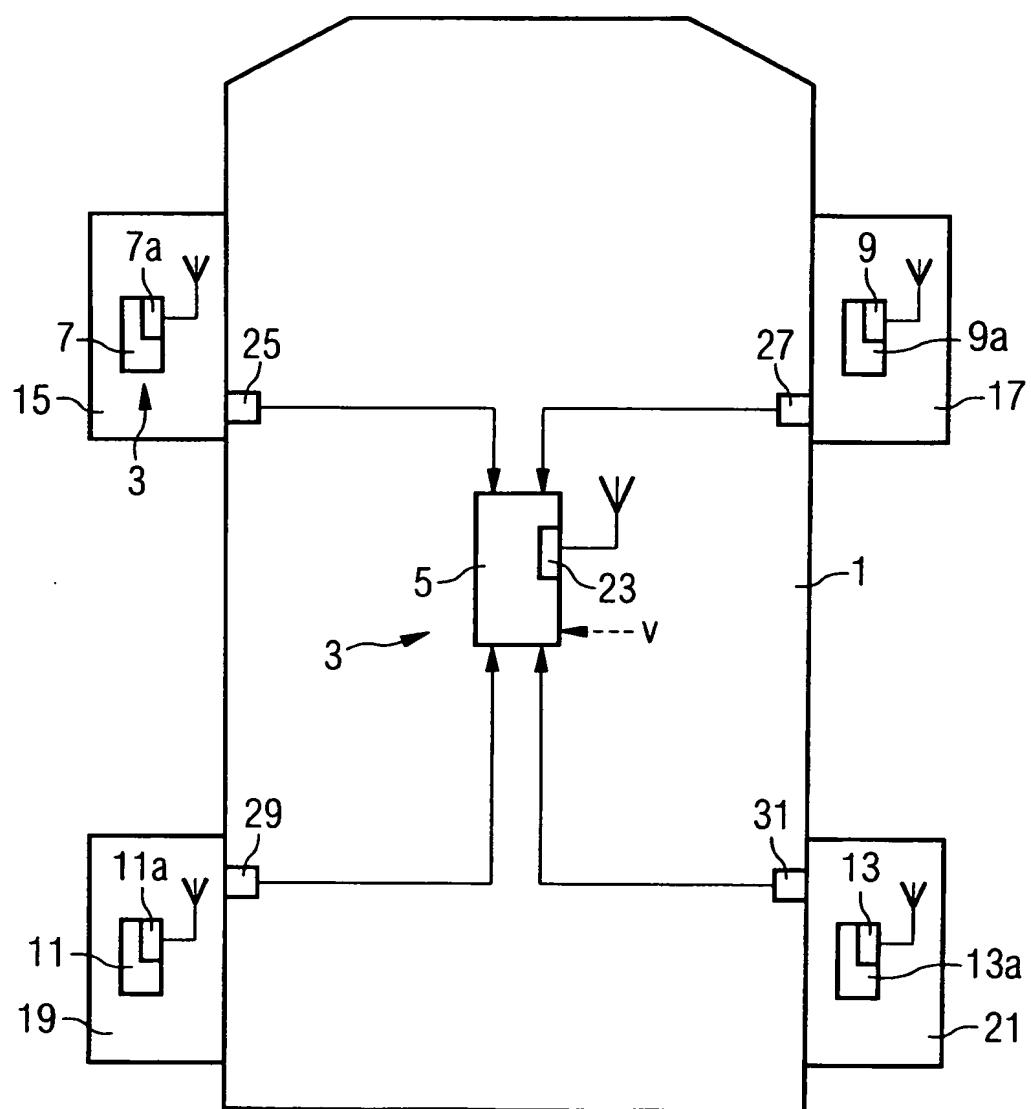


FIG 2

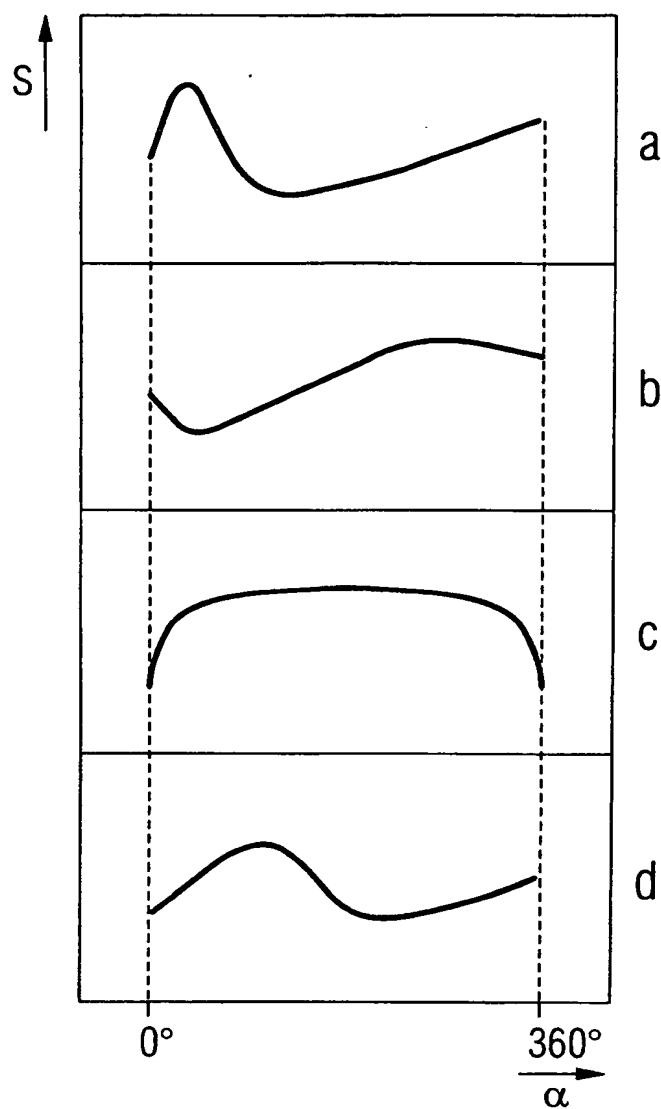


FIG 3b

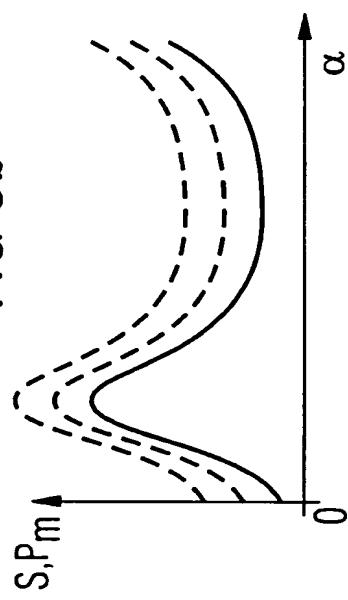


FIG 3a

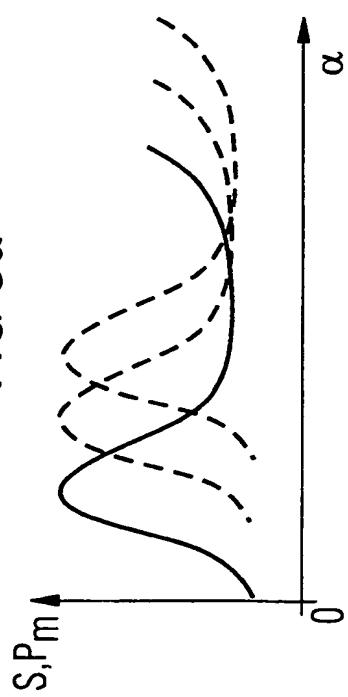


FIG 3d

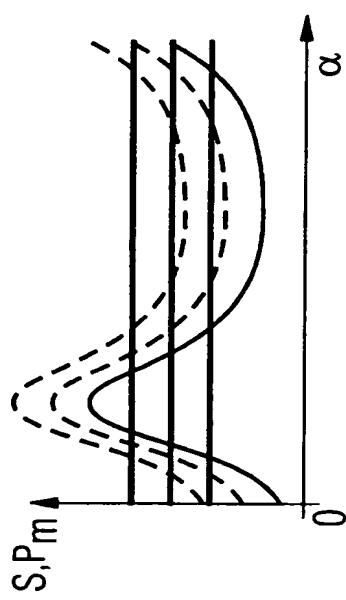
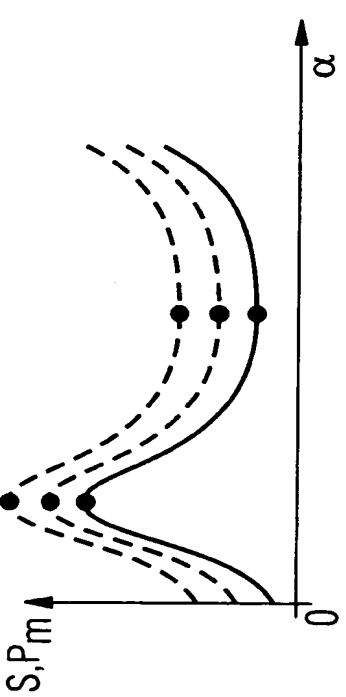


FIG 3c



## Device for monitoring at least one parameter for a plurality of vehicle wheels

**Patent number:** DE10135936  
**Publication date:** 2003-02-13  
**Inventor:** FISCHER MARTIN (DE); FUSSSEL DOMINIK (DE); PRENNINGER MARTIN (DE)  
**Applicant:** SIEMENS AG (DE)  
**Classification:**  
 - **international:** G01P3/44; G01B21/22; G01P15/08; B60R16/02;  
 G08C17/02; G08C19/00; B60C23/04  
 - **european:** B60C23/04C4  
**Application number:** DE20011035936 20010724  
**Priority number(s):** DE20011035936 20010724

Also published as:

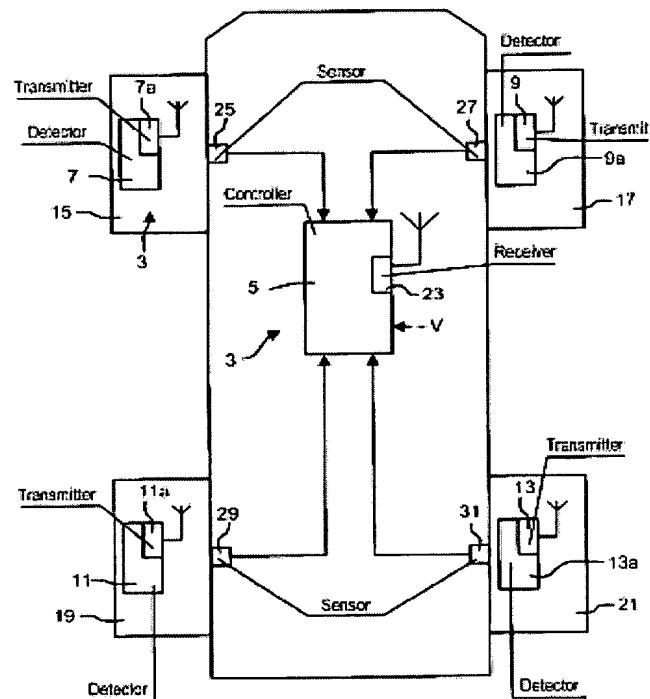
US6690271 (B2)  
 US2003020604 (A)  
 FR2827811 (A1)

[Report a data error](#)

Abstract not available for DE10135936

Abstract of corresponding document: [US2003020604](#)

A device for monitoring at least one parameter for vehicle wheels includes, on each wheel, a detector unit having a transmitter unit that respectively transmits a phase-modulated or frequency-modulated signal to a central evaluation and control unit. Each detector unit transmits, at specific time intervals, a brief signal that contains a uniquely defined identifier. After a wheel is changed, a renewed assignment of the detector unit to the respective wheel positions can be carried out in an assignment mode of the detector unit and of the control unit, by registering a profile of the mean reception power for each detector unit as a function of the angular position of the respective wheel and comparing such signature profile with stored signature information. The comparison can be carried out by cross-correlating the two respectively decisive curves, or by comparing individual values or specific characteristic variables of the profiles.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

This Page Blank (uspto)

Docket # S3-03P07121

Applic. # PCT/EP2004/050865

Applicant: FISCHER, FRANK ET AL.

Lerner and Greenberg, P.A.

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101